

特開平9-198007

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 G	3/30	4237-5H	G 0 9 G	3/30
	3/20	4237-5H		3 0 1
		4237-5H		K
				Y

審査請求 未請求 請求項の数18 F D (全 16 頁)

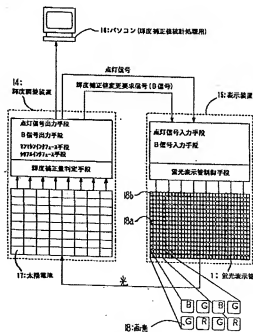
(21) 出願番号	特願平8-23339	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成8年(1996)1月16日	(72) 発明者	森本 研二 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三 菱電機エンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	宮松 則行 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三 菱電機エンジニアリング株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 村上 博 (外1名)

(54) 【発明の名称】 表示装置、輝度調整装置、輝度調整方法、及び輝度調整システム

## (57) 【要約】

【課題】 表示装置を構成する表示素子間の輝度バラツキと表示素子内の画素輝度バラツキを低減し、均一な輝度で駆動する表示装置と、そのバラツキを自動的に調整する輝度調整装置を得る。

【解決手段】 輝度調整装置 14 は表示装置 15 に実装された表示素子 1 から発した光を受光部である太陽電池 17 で検出して、輝度補正量判定手段で色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值を算出し、その結果に基づいて、表示装置 15 へ輝度補正量変更要求信号を送信する。表示装置 15 では色毎輝度補正值を表示素子 1 の点灯する色毎のタイミングに同期して切り替えて表示素子 1 を駆動制御するとともに、点灯信号の階調データと画素毎輝度補正值に基づき画素毎に補正された階調データを演算して表示素子 1 に出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる発光色で発光を行なう複数個の画素を備えた表示素子を複数個並べた表示装置において、各々の表示素子に対して発光色と同数の色毎輝度補正值と、その表示素子内にある全画素の数と同数の画素毎輝度補正值を書き込んだ不揮発性メモリ手段と、上記色毎輝度補正值を表示素子の点灯する色のタイミングに同期して切り替えて表示素子を駆動制御する表示素子駆動手段と、上記画素毎輝度補正值と外部から入力された点灯信号の階調データとに基づいて画素毎の補正された階調データを演算して上記表示装置に出力する画素輝度補正演算手段を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項2】 上記不揮発性メモリ手段に補正值が書込まれていない場合には、色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值とを自動的にある所定値に初期化することを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 上記画素毎輝度補正值は、画素毎輝度補正值をある一定の値にした状態での、その表示素子内にある各色毎の全画素の平均値輝度になるような値に設定されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項4】 表示装置から発した光を検出する受光手段と、受光手段で検出した光を電気的データに変換する光・電気変換手段と、上記電気的データを基準の輝度値と比較して色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值を算出する輝度補正算出手段と、上記色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值を表示装置に送出する手段を備えたことを特徴とする輝度調整装置。

【請求項5】 請求項4記載の輝度調整装置において、表示素子が発する光を検出する受光部に太陽電池を備えたことを特徴とする輝度調整装置。

【請求項6】 上記太陽電池は、表示素子1個あたりに複数枚設けたことを特徴とする請求項5記載の輝度調整装置。

【請求項7】 上記各太陽電池の周囲には、正面以外からの光を遮る遮光板を備えたことを特徴とする請求項5記載の輝度調整装置。

【請求項8】 上記光を遮る遮光板の色が白であることを特徴とする請求項7記載の輝度調整装置。

【請求項9】 表示素子1個あたりに複数枚設けられた太陽電池は、電気的に並列に接続されたことを特徴とする請求項6記載の輝度調整装置。

【請求項10】 上記太陽電池の感度を周囲温度に応じた補正する手段を備えることを特徴とする請求項9記載の輝度調整装置。

【請求項11】 輝度調整時の目標となる値を輝度調整装置内の不揮発性メモリに書き込む際に、基準の表示素子を受光部にセットして自動的にその輝度を測定し、上記不揮発性メモリに書き込む手段を備えることを特徴とする請求項4記載の輝度調整装置。

【請求項12】 自動輝度調整の最初に自動的に表示装置への電源を供給し、輝度調整が終了時に自動的に表示装置の電源を切る手段を備えたことを特徴とする請求項4記載の輝度調整装置。

【請求項13】 自動輝度調整の最後に、正常終了又は輝度不良等の調整結果内容に応じたブザーを鳴らすことを特徴とする請求項4記載の輝度調整装置。

【請求項14】 上記輝度補正值と外部の情報処理手段で収集して輝度バラツキの統計処理ができるように外部インタフェースを備えることを特徴とする請求項4記載の輝度調整装置。

【請求項15】 工場出荷時にセットされた基準値の何パーセントで調整するかを色毎に設定できる輝度低下率設定手段を設けたことを特徴とする請求項4記載の輝度調整装置。

【請求項16】 表示素子の各色毎の輝度を目標値付近に粗調整する第1の調整ステップと、表示素子内の画素毎の輝度を均一に調整する第2の調整ステップと、再度表示素子の各色毎の輝度を目標値に細やかに調整する第3の調整ステップを含む輝度調整方法。

【請求項17】 自動輝度調整の最初に表示装置を一定時間白100%で点灯させるプリヒートステップを備えたことを特徴とする輝度調整方法。

【請求項18】 異なる発光色で発光を行なう複数個の画素を備えた表示素子をする表示手段と、上記表示素子から発した光を受光し基準の輝度値に基づいて色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值を算出する輝度補正算出手段と、上記算出された色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值を記憶する記憶手段と、上記色毎輝度補正值を表示素子の点灯する色毎のタイミングに同期して切り替えて表示素子を駆動制御する表示素子駆動手段と、点灯信号の階調データと上記画素毎輝度補正值に基づき画素毎に補正された階調データを演算して上記表示手段に出力する画素輝度補正手段とを備えたことを特徴とする表示装置の輝度調整システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、大型映像表示装置の画面を構成する表示素子、表示素子内の画素の輝度バラツキを低減して均一に駆動する表示装置及びその輝度調整装置、並びに輝度調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に大型映像表示装置の画面を構成する表示素子は、同一の駆動条件で点灯させてもかなりの輝度バラツキがあり、画質に悪影響を及ぼす。このため、駆動回路で輝度バラツキを打ち消すような補正が必要である。

【0003】 従来このような要求に応えるものとして、例えば図10に示すような輝度調整回路（特開平4-247490号公報）が提案されている。図10におい

て、1は赤、緑、青の蛍光体をマトリックスに配列した蛍光表示管、2は一定の高圧が印加される陽極、3は放出電子量を制御するシールド電極、4は走査信号が印加されるXグリッド(走査電極)、5は蛍光体の点灯/消灯信号が印加されるYグリッド(データ電極)、6は電子を放出するフィラメント、7は走査信号をXグリッド4に供給する駆動回路、8は点灯/消灯信号をYグリッド5に供給する駆動回路、9は走査信号を作るXグリッドコントローラ、10は点灯/消灯信号を作るYグリッドコントローラ、11RはR(赤)用電圧調整回路、11GはG(緑)用電圧調整回路、11BはB(青)用電圧調整回路、12RはR用電圧調整回路のスイッチ回路、12GはG用スイッチ回路、12BはB用スイッチ回路、Vdは駆動電圧、Vhは陽極2に印加する高圧、Vfはフィラメント用電圧、Vfはフィラメント用電圧、Vslはシールド電極3に印加するシールド電極駆動電圧である。

【0004】次に、図10の輝度調整装置の動作について説明する。蛍光表示管1はフィラメント6から放出された電子がX、Yグリッド4、5によって加速され陽極2へ衝突して発光するもので、X、Yグリッド4、5を駆動回路7、8およびコントローラ9、10によって制御することによって任意の表示をすることができる。X、Yグリッド電極4、5の駆動回路7、8はそれぞれのコントロール信号に従って駆動電圧VdをスイッチングしてX、Yグリッドに供給する。ここで蛍光表示管1の輝度は、フィラメント6とX、Yグリッド4および5、シールド電極3と陽極2の間の電圧に依存するが、グリッド電極4、5に供給される駆動電圧Vdと陽極2に印加される高圧Vhは一定とし、シールド電極3に供給されるシールド電圧Vsの値を変えることで蛍光表示管1の輝度を調整している。また図10においては、R、G、B各色毎の電圧調整回路11R、11G、11Bを備え、各電圧調整回路は駆動電圧Vdを抵抗で分圧してスイッチ回路12R、12G、12BがONの時、シールド電極3に各色毎のシールド電圧(Vr、Vg、Vb)を供給する。スイッチ回路12R、12G、12Bはコントローラ13によってON/OFF制御され、Vr、Vg、Vbの3つの駆動電圧の中の1つがシールド電極3に供給される。コントローラ13は電圧調整回路11R、11G、11Bの出力を時分割に切り替える。蛍光表示管1の輝度は駆動電圧Vsが一定であっても色毎に異なるのでこの様に色毎に切り替えて各々違う電圧値としてシールド電極3に印加することで色毎の輝度調整が可能となる。

【0005】また、一般的にこのような表示装置の輝度を調整する装置として、カメラ等を用いて測定する方法(特開昭59-180588号)公報が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の表示装置の輝度調整回路は以上のように構成されており、蛍光表示管の色毎の平均の輝度が均一になるような調整を行なっている。しかしながら、その蛍光表示管を構成する画素間の輝度にバラツキがあると画面にランダムな輝度ムラが残ってしまう問題点があった。一方、輝度を調整する装置においてはカメラの位置合わせが難しく、さらに装置が大きくなり現地等での輝度調整作業が困難となる問題点があった。

【0007】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、画面を構成する表示素子同士の色毎の輝度バラツキと表示素子内の画素毎の輝度バラツキの両者を低減し、輝度バラツキの少ない表示装置及びその輝度調整装置、並びに輝度調整方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る表示装置15は、図2に示すように、まず各々の表示素子に対して発光色と同数の色毎輝度補正值と、その表示素子内にある全画素の数と同数の画素毎輝度補正值を書き込んだ不揮発性メモリ34を設け、画素毎の輝度調整ができるように、画素輝度補正演算器31により、輝度調整装置14から受けた点灯信号に含まれる画素単位階調データと、上記画素毎輝度補正值とに基づいて画素毎に補正された階調データを演算して、表示素子(蛍光表示管1)に出力する。また、蛍光表示管1の色毎の輝度調整ができるように、D/Aコンバータ37が色毎輝度補正值に基づいて出力する各色の電圧を、アナログスイッチ39が表示素子1の点灯する色のタイミングに同期して切替えてシールド電極駆動部36へ出力することにより、表示素子の色毎の輝度補正を可能にする。

【0009】請求項2の発明は、不揮発性メモリ34へ補正值を書込む時には、調整済判別用のパスワードと同時に書込むようにし、このパスワードが書込まれていない時には、自動的に色毎輝度補正值と画素毎輝度補正值をある値に初期化する手段を設けたものである。すなわち、表示装置15の電源立上げ時には不揮発性メモリ34内の調整済パスワードをチェックし、上記パスワードが書込まれていない状態(未補正の状態)の補正值をある値に初期化して、輝度調整時間を短縮する。

【0010】請求項3の発明は、輝度調整において、図8に示す手順で画素毎輝度補正值を算出し、この画素毎輝度補正值を不揮発性メモリ34に書込むようにしたものである。すなわち、画素毎輝度補正值を、画素毎輝度補正值をある一定の値にした状態(未補正の状態)での、その表示素子内にある各色毎の全画素の平均値輝度になるような値に設定し、表示素子間のバラツキは画素毎輝度補正值に反映させないことで、明るい画素からなる表示素子の階調数が極端に小さくなるのを防ぐことが可能となる。

【0011】請求項4の発明に係る輝度調整装置は、表示装置から発した光を検出する受光手段と、受光手段で検出した光を電気的データに変換する光・電気変換手段と、上記電気的データを基準の輝度値と比較して色毎輝度補正値と画素毎輝度補正値を算出する輝度補正量算出手段と、上記色毎輝度補正値と画素毎輝度補正値を表示装置に送出する手段を備えたものである。

【0012】請求項5の発明は、請求項4の輝度調整装置において、図4に示すように受光部に表面積の広い太陽電池17を設け、表示素子の発した光を余すことなく吸収するようにする。

【0013】請求項6の発明は、蛍光表示管1内の中央付近の画素18aと端付近の画素18bを同一輝度で発光させた時に、太陽電池からの出力電流が極力等しくなるように、蛍光表示管1内を複数パート、例えば8パートに分割して蛍光表示管1個当たり8枚の太陽電池17を対応させて設けたものである。

【0014】請求項7の発明は、ある画素18が発した光が複数の太陽電池17に当たることないように遮光板38を設けたものである。

【0015】請求項8の発明は、画素18が発した光を余すことなく太陽電池17で吸収させるため、遮光板38を光が反射するように白く塗装したものである。

【0016】請求項9の発明は、増幅回路数を減らすために図3で示すように1個の蛍光表示管11に対応する太陽電池複数枚(8枚)を並列に接続し、複数枚が流す電流の和を電圧に変換するようにしたものである。

【0017】請求項10の発明は、太陽電池17の感度は温度で変化するため、周囲温度に応じてA/Dコンバータ22の読み値を補正するための温度センサー26を設けて、25℃を基準に0.5℃単位であらかじめ設定された係数を掛けるようにしたものである。

【0018】請求項11の発明は、輝度調整装置14内の不揮発性メモリ25内に色毎調整時の目標値となる基準値をセットする時には、図5に示すように基準の表示素子1を受光部にセットし自動的に測定し、不揮発性メモリ25に書き込む処理を設けたものである。

【0019】請求項12の発明は、表示装置15の電源を輝度調整装置14から供給して自動的にON/OFFするためのサイリスタリレー30を設けたものである。

【0020】請求項13の発明は、輝度調整終了時に、正常終了であれば連続音、異常終了であれば断続音の音を鳴らすためのブザー28を設けたものである。

【0021】請求項14の発明は、輝度調整装置14に、工場内の生産ラインで使用する時の輝度補正値の統計処理や各種システムアップ用の外部リアルタイムファースト27を設けたものである。

【0022】請求項15の発明は、経年変化などで輝度が劣化した表示装置15を調整するときには、工場出荷時にセットされた基準値の何パーセントで調整するかを

操作スイッチ24で設定できるようにしたものである。

【0023】請求項16の発明に係る輝度調整方法は、輝度調整時間を短くするために、図6のフローに示すような輝度調整方法を採用したものである。すなわち、図7に示す表示素子の輝度の粗調整を行なう第1の調整ステップと、図8に示す各々の表示素子内の画素輝度を均一にする第2の調整ステップと、最後に再び図9に示す表示素子の細やかな輝度の調整を行なう第3の調整ステップを含む。

【0024】請求項17の発明に係る輝度調整方法は、表示装置の回路と表示素子を温めるために、表示装置を一定時間100%で点灯させる処理を自動調整の最初に設けたものである。

【0025】請求項18の発明に係る表示装置輝度調整システムは、図1に示すように、異なる発光色で発光を行なう複数個の画素を備えた表示素子を有する表示手段と、上記表示素子から発した光を受光し基準の輝度値に基づいて色毎輝度補正値と画素毎輝度補正値を算出する輝度補正量算出手段と、上記色毎輝度補正値を表示素子の点灯する色毎のタイミングに同期して切り替えて表示素子を駆動制御する表示素子駆動手段と、点灯信号の増調データと上記画素毎輝度補正値に基づき画素毎に補正された増調データを演算して上記表示手段に出力する画素輝度補正手段を備えたものである。

【0026】

【発明の実施の形態】

実施の形態1。図1はこの発明に係る表示装置15及びその輝度調整装置14の全体を示す構成概念図である。まず図1を用いて全体の構成を説明すると、表示装置15には、輝度調整装置14からの点灯信号を入力する点灯信号入力手段と、輝度調整装置14からの輝度補正値変更要求信号を入力する輝度補正値変更要求入力手段と、輝度調整装置14から入力された点灯信号と表示装置15内にある色毎輝度補正値(24バイト)と画素(ドット)毎輝度補正値(512バイト)に従って蛍光表示管1を駆動する蛍光表示管制御手段と、輝度調整装置14へ光を発するR(赤):16個、G(緑):32個、B(青):16個の画素18で構成された蛍光表示管1を8個設けている。

【0027】一方、輝度調整装置14には、表示装置15を点灯させるための点灯信号出力手段と、表示装置15内にある輝度補正値を変更するための輝度補正値変更要求出力手段と、表示装置15からの光を受ける1枚当たり8画素に対向する64枚の太陽電池と、検出した輝度から輝度補正量を判定する輝度補正量判定手段と、輝度操作スイッチや調整結果を表示するLCD表示器やブザー等のマンマシンインタフェース手段と、工場内の生産ラインで使用する時の輝度補正値の統計処理や各種システムアップ用のリアルタイムファースト手段を設けて

いる。

【0028】次に、図2を用いて表示装置15の構成を説明する。表示装置15は、輝度調整装置14からの輝度補正値変更要求を受信するマイコン33と、色毎輝度補正値(24ビット)と画素毎輝度補正値(512ビット)を記憶する不揮発性メモリ34と、不揮発性メモリ34からマイコン33を経由して出力された画素毎輝度補正値を一時的に格納するメモリ32と、そのメモリ32内の画素毎輝度補正値と輝度調整装置14から受けた点灯信号の階調データとを演算(階調データ×画素毎輝度補正値÷画素毎輝度補正値最大値)して出力する画素輝度補正演算器31と、画素輝度補正演算器31が出力した画素輝度補正点灯信号を受けて階調制御を行なうタイミング発生回路35と、蛍光表示管1を8個駆動するXグリッド駆動回路7、Yグリッド駆動回路8と、マイコン33が出力する色毎輝度補正値をD/Cレベルの電圧に変換するD/Aコンバータ37と、そのD/Aコンバータ37が出力するR用、G用、B用の電圧をタイミング発生回路35からのR、G、Bの点灯タイミング信号に同期して切替えるアナログスイッチ39と、そのアナログスイッチ39の出力を増幅してシールド電極3に追加するシールド電極駆動部36を設けている。

【0029】次に、上記表示装置15の動作について説明する。表示装置15は、電源上時にマイコン33が、不揮発性メモリ34から色毎輝度補正値(24ビット)と画素毎輝度補正値(512ビット)と調整済パスワード(後述)を読み出してマイコン33内のRAMにセットする。その後、マイコン33は、マイコン33内のRAMにある色毎輝度補正値(24ビット)をD/Aコンバータ37へ、同じくマイコン33内のRAMにある画素毎輝度補正値(512ビット)をメモリ32へ一定周期で書き込みを繰り返す。

【0030】また、D/Aコンバータ37は、マイコン33から書き込まれた色毎輝度補正値(24ビット)を蛍光表示管1個当たりR、G、B用の3チャンネルで合計24チャンネルのD/Cレベルに変換した電圧をアナログスイッチ39へ出力する。そして、当該アナログスイッチ39は、タイミング発生回路35からのR、G、Bの点灯タイミング信号に同期して、D/Aコンバータ37から入力されたR用、G用、B用のいずれかのD/Cレベル電圧を選択してシールド電極駆動部36へ出力する。さらに、当該シールド電極駆動部36は、アナログスイッチ39から入力されたR、G、Bの点灯タイミング信号に同期して波高値の変化する階段状の電圧を増幅して、蛍光表示管1のシールド電極3の(図10参照)に印加することにより、各蛍光表示管1毎の色毎の輝度調整を行う。

【0031】一方、画素輝度補正演算器31は、表示装置15の外部から受ける点灯信号の、1画素当たり10ビットからなる画素単位階調データの入力タイミングに同

期して、マイコン33からメモリ32にセットされた表示装置15の全画素数と同数の画素毎輝度補正値(512ビット)を1ビットずつ読出し、演算(階調データ×画素毎輝度補正値÷256)としてタイミング発生回路35へ出力する。また、タイミング発生回路35は、画素輝度補正演算器31から受けた画素毎に補正された階調データに従って、Xグリッド駆動回路とYグリッド駆動回路8を制御する。さらに、Xグリッド駆動回路7とYグリッド駆動回路8が、蛍光表示管1のXグリッド4とYグリッド5を駆動することにより、各蛍光表示管1の画素毎の輝度ムラが低減された蛍光表示管1の点灯を行なう。

【0032】また、表示装置15は、電源上時にマイコン33が不揮発性メモリ34から輝度補正値と同時に調整済パスワードを讀出して、その調整済パスワードがあらかじめ決められた調整済パスワードと一致しなければ新品と判断して、色毎輝度補正値(24ビット)と画素毎輝度補正値(512ビット)を目値値付近の輝度が得られる値に初期化する。

【0033】さらに、マイコン33は、マイコン33内のRAMにある色毎輝度補正値(24ビット)あるいは画素毎輝度補正値(512ビット)を後述するよう手順により輝度調整装置14で決定された値に書き換える。また、このときの画素毎輝度補正値は、その表示素子内にある各色毎の全画素の平均値輝度になるような値がセットされる。すなわち、表示素子間のバラツキは画素毎輝度補正値には反映しないようにする。これは、表示素子間のバラツキを画素毎輝度補正値に反映した場合、仮に、通常より2倍に明るい表示素子の輝度を画素毎輝度補正値で補正すると演算が「階調データ×128÷256」となり、この結果として階調データが半分に低下してしまうことを防ぐためである。さらにまた、マイコン33は輝度調整装置14から輝度補正値追込要求信号を受信した時には、色毎輝度補正値(24ビット)と画素毎輝度補正値(512ビット)と調整済パスワードを不揮発性メモリ34に書き込む。

【0034】実施の形態2.次に、図3を用いてこの発明に係る輝度調整装置の構成を説明する。輝度調整装置14は、表示装置15が発する光を受け電流に変換する8枚を並列に接続した太陽電池17と、これら8枚の太陽電池が流す電流の和を電圧に変換する増幅部19と、その変換されたバリス状の電圧をD/Cレベルに変換するフィルター20と、そのフィルター20の出力を選択するアナログスイッチ21と、その出力電圧を12ビットのデータに変換するA/Dコンバータ22と、そのデータを取込んで輝度補正値の変更量の判定と表示装置15への点灯信号出力と表示装置15内にある輝度補正値の変更要求出力を行なうマイコン23を設けたものである。さらに、マイコン23には室温に応じて太陽電池17の感度を補正するため温度センサー26と、検作用ス

イッチ24と、調整結果を表示するLCD表示器29と、蛍光表示管1の輝度調整時の目標となる値を保存する不揮発性メモリ25と、表示装置15の電源をON/OFFするサイリスタリレー30と、ブザー28と、パソコン16等を接続する外部シリアルインタフェース27を有している。

【0035】次に、図4を用いて輝度調整装置14の受光部の構造について説明する。輝度調整装置14の受光部は、1枚当り8個の画素18に対向する太陽電池17を合計64枚設けており、蛍光表示管1内の中央付近の画素18aを同一輝度で発光させた時に、太陽電池からの出力電流が極力等しくなるように、蛍光表示管1内を8パートに分割して蛍光表示管1個当りに8枚の太陽電池17を対応させている。また、それぞれの太陽電池17は蛍光表示管1を受光部にセットした状態で、対向する8個の画素以外の光が当たらないよう遮光板38で囲んでおり、さらに画素18が発した光を余すことなく太陽電池17で吸収させるため、遮光板38が光が反射するようになっているとされている。

【0036】次に、輝度調整装置14の概略動作について説明する。まず、輝度調整装置14は表示装置15へ点灯信号を出力する。次に、輝度調整装置14は、表示装置15が発した光を、蛍光表示管1一個当りに電気的に並列に8枚接続され、構造上に対向する8個の画素のみの光を余すことなく吸収する白い遮光板38で囲まれた太陽電池17により検出する。次に、その8枚の太陽電池17は検出した光を電流に変換し、その電流の和を増幅部19が電圧に変換する。このとき、増幅部19の増幅率をマイコン23が、蛍光表示管1内のある色の全画素を点灯させる時は低くし、1個の画素のみを点灯させる時は高くして精度を上げていく。次に、増幅部19が出力するパルス状の電圧をフィルタ20がD/Cレベルに変換し、アナログスイッチ21へ出力する。また、アナログスイッチ21は、マイコン23の要求に従って8回路のフィルタ20の出力の1回路を選択して、A/Dコンバータ22へ出力する。そして、A/Dコンバータ22はD/Cレベルの電圧を12ビットのデータに変換し、マイコン23がそのデータを取り込む。

【0037】マイコン23は、A/Dコンバータ22から取り込んだ12ビットデータに、温度センサー26で取り込んだ温度に応じた係数(25℃を基準に0.5℃単位であらかじめ設定された係数)を掛け、その値を輝度補正量判定に用いる。また、マイコン23は、不揮発性メモリ25から読み込んだ蛍光表示管1の色毎輝度調整時の目標となる値に、あらかじめ操作スイッチ24によって設定された輝度低下率を掛けた値を輝度補正量判定に用いる。さらに、マイコン23は、パソコン16等を接続した外部シリアルインタフェース27からの全輝度補正値収集要求に対して、表示装置15から全輝度補正値を収集し、外部シリアルインタフェース27を

經由してパソコン16へ全輝度補正値を送信する。

【0038】次に、図5を用いて輝度調整装置14内の不揮発性メモリ25に、基準の蛍光表示管1の輝度をセットする動作について説明する。輝度計等を用いてあらかじめ基準の輝度および色温度に調整された蛍光表示管1一個を受光部にセットする。そして輝度調整装置14は蛍光表示管1にR(赤)を点灯させ、その輝度を取り込みA/D変換して不揮発性メモリ25に書き込む。次にG(緑)、B(青)に関しても同様な動作を行う。以上の動作を8ヶ所設けられた受光部に同様にを行う。以上により24個の12ビットデータが不揮発性メモリ25にセットされる。

【0039】次に、図6を用いて自動輝度調整の全体動作について説明する。輝度調整装置14は最初に表示装置15の電源をONする。また、その表示装置15は電源立ち上げ時に不揮発性メモリ34から、色毎輝度補正値(24バイト)と、画素毎輝度補正値(512バイト)と、調整裁判別用のパスワードを読み出し、そのパスワードがあらかじめ決められた値と一致しない時(表示装置が新品の場合)は、補正値をある所定値に初期化する。次に、表示装置15の回路と蛍光表示管1を温めるために、表示装置15を一定時間1100%で点灯させる。次に、調整時間を短縮するためにステップ1の処理で蛍光表示管1の輝度が目標値付近になるように表示装置15内にある色毎輝度補正値(8ビット)を±10ステップで変化させることで粗調整する。また、その期間には画素毎輝度補正値(8ビット)は8割程度の一定の仮の値をセットしておく。次にステップ2の処理により、蛍光表示管1内の各色の画素18の輝度が同量蛍光表示管1内の各色の画素毎輝度平均値になるように表示装置15内にある画素毎輝度補正値(8ビット)を変更することで調整する。また、この処理においては画素毎輝度補正値とその画素輝度は比例する関係に構成したので、計算により画素毎輝度補正値を算出できる。すなわち画素輝度の測定は1回のみでよく、この過程においても調整時間を短縮できる。次にステップ3の処理により、再び蛍光表示管1の輝度が目標値になるように表示装置15内にある色毎輝度補正値(8ビット)を今度は±1ステップで変化させることで細やかに調整する。次に調整裁判別用のパスワードと、色毎輝度補正値(24バイト)と、画素毎輝度補正値(512バイト)を表示装置15内の不揮発性メモリ34に書き込む。最後に、輝度調整装置14は、ブザー28を鳴らし、サイリスタリレー30で表示装置15への電源をOFFする。

【0040】次に、図7を用いて図6のステップ1(蛍光表示管1内の粗調整)の動作について説明する。輝度調整装置14は表示装置15にR(赤)を点灯させる点灯信号を出力する。そして輝度を測定し、あらかじめ輝度調整装置14内の不揮発性メモリ25にセットされているR(赤)の目標値と比較し、その結果に基づいて表

示装置15内にある色毎輝度補正値を+10ステップ又は-10ステップ加減算させる相対変更要求信号を表示装置15に送信する。そうすると表示装置15内のシールド電極3の電圧が変化し、輝度が粗調整される。以上の動作を、測定した輝度が目標値に達するまで繰り返す。また、G(緑)、B(青)に関してR(赤)と同様の処理を繰り返す。

【0041】次に、図8に用いて図5のステップ2(画素18の調整)の動作について説明する。輝度調整装置14は図8の点灯状態のように各蛍光表示管1の一個の画素のみを点灯させる点灯信号を表示装置15へ出力する。そして各蛍光表示管1内の一個の画素のみの輝度を測定する。以上を64回繰り返して512画素全部の画素輝度を測定する。次に、各蛍光表示管1毎の各色の画素毎輝度平均値を算出する。そして、その画素毎輝度平均値を各画素輝度で割った値に図6の処理の最初にセットした画素毎輝度補正初期化値を掛けた値が補正された画素毎輝度補正値となる。そして、輝度調整装置14から表示装置15へ補正された512バイトの画素毎輝度補正値を送信し表示装置15内のあらかじめセットしておいた画素毎輝度補正初期化値を書換える。

【0042】次に図9を用いて図6のステップ3(蛍光表示管1の細やかな調整)の動作について説明する。輝度調整装置14は表示装置15にR(赤)を点灯させる点灯信号を出力する。そして輝度を測定し、R(赤)の目標値と比較し、その結果に基づいて表示装置15内にある色毎輝度補正値を+1ステップ又は-1ステップ加減算させる相対変更要求信号を表示装置15に送信する。すると表示装置15内のシールド電極3の電圧が変化し、輝度が調整される。以上の動作を、測定した輝度が目標値に達するまで繰り返す。なお、G(緑)、B(青)に関してR(赤)と同様の処理を繰り返す。すなわち、ステップ3の動作はステップ1の表示装置15内にある色毎輝度補正値の相対変化量が+1ステップ又は-1ステップに代わるものであり、この段階で最終的な細やかな調整が行われる。

【0043】その他の実施の形態。上記実施の形態の説明では、この発明を蛍光表示管の輝度調整に利用する場合について述べたが、その他の発光素子を多数並べた表示装置にも利用できることはいうまでもない。

【0044】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、外部から入力された点灯信号に含まれる画素単位の階調データと不揮発性メモリ手段に書込まれた画素毎輝度補正値に基づいて、画素毎の補正された階調データを算出し、表示装置に出力することにより、画素毎の輝度補正を可能にする。また、不揮発性メモリ手段に書込まれた色毎輝度補正値を、表示素子の点灯する色のタイミングに同期して切り替えて表示素子を駆動制御することにより、表示素子の色毎の輝度補正を可能にする。

【0045】請求項2の発明によれば、不揮発性メモリ手段に補正値が書込まれていない場合(表示装置が新品の時)には、色毎輝度補正値と画素毎輝度補正値を自動的に目標値付近の輝度が得られる値に初期化することにより、輝度調整時間を短縮することができる。

【0046】請求項3の発明によれば、画素毎輝度補正値が表示装置内の画素毎パラツキのみを補正し、表示素子間の輝度バラツキ補正は画素毎輝度補正値では行わないようにすることにより、階調数の低下を小さくすることを可能にする。

【0047】請求項4の発明によれば、表示装置に実装された表示素子から発した光を受光部で検出して色毎輝度補正値と画素毎輝度補正値を算出し、それにより表示装置へ輝度補正値変更要求を送出することにより、表示素子の輝度のバラツキを防止することができる。

【0048】請求項5の発明によれば、表示装置に表面積の広い太陽電池を用いることで、表示素子の発した光を余すことなく吸収することができる。

【0049】請求項6の発明によれば、表示素子1個当りに複数枚の太陽電池を対応させることにより、表示素子内の中央付近の画素と端付近の画素を同一輝度で発光させた時に、太陽電池から出力される出力電流をほぼ等しくすることができる。

【0050】請求項7の発明によれば、太陽電池の周囲に遮光板を設けることにより、ある画素が発した光が複数の太陽電池に当たらないようにすることができる。

【0051】請求項8の発明によれば、光が反射するように遮光板を白く塗装することにより、画素が発した光を余すことなく太陽電池で吸収することを可能にする。

【0052】請求項9の発明によれば、太陽電池からの増幅回路数を減らすことができる。例えば、図3に示すように1個の表示素子に対応する太陽電池を8枚並列に接続して、太陽電池8枚が流す電流の和を電圧に変換することにより、増幅回路数を1/8にすることが可能になる。

【0053】請求項10の発明によれば、太陽電池の温度に対する感度変化を補正することで、周囲温度に左右されない輝度調整装置を得る。すなわち、例えば周囲温度に応じてA/Dコンバーター22の読み値を補正するための温度センサー26を設けて、25℃を基準に0.5℃単位であらかじめ設定された係数を掛けるようにすることにより、太陽電池17の温度による感度変化を打ち消すことを可能にする。

【0054】請求項11の発明によれば、輝度調整時の目標となる値を輝度調整装置内の不揮発性メモリに書込む作業を簡単かつ正確にすることができる。

【0055】請求項12の発明によれば、例えば表示装置の電源を輝度調整装置から供給して自動的にON/OFFするためのサイリスタリレー等を設けることにより、表示装置の電源を手動でON/OFFする手間をば

ぶくことを可能にする。

【0056】請求項13の発明は、例えば、輝度調整終了時に正常終了であれば連続音、異常終了であれば断続音の音を鳴らすためのブザーを設けることにより、調整結果を表示するLCD表示器等を見る手間を省くことができる。

【0057】請求項14の発明によれば、外部シリアルインタフェースを設けることにより、表示装置の色毎輝度補正值と画素枚輝度補正值をパソコン等で収集して統計処理や生産管理を行なうことができ、工場内の生産ラインで使用する時の輝度補正值の統計処理や生産管理等の各種システムアップを可能にする。

【0058】請求項15の発明によれば、工場出荷時にセットされた基準値の何パーセントで調整するかを操作スイッチで設定できるようにすることにより、簡単に輝度調整時の目標となる値を変更できるようにし、経年変化などで輝度が劣化した表示装置を簡単に調整することを可能にする。

【0059】請求項16の発明における輝度調整方法によれば、表示素子の輝度の粗調整を行なう第1の調整ステップと、各々の表示素子内の画素輝度を均一にする第2の調整ステップと、最後に再び表示素子の細やかな輝度の調整を行なう第3の調整ステップを実施することにより、短い時間で画面を構成する表示素子どうしの色毎の輝度バラツキと表示素子内の画素毎の輝度バラツキをすばやく正確に調整することができる。また、表示素子内の画素輝度バラツキを均一に調整した後に、表示素子同士の色毎の輝度バラツキおよび目標の色温度への調整を行うので輝度ムラのない映像を表示することができる。

【0060】請求項17の発明における輝度調整方法によれば、自動調整の最初に表示装置を一定時間白100%で点灯させるプリヒートステップを設けて、表示装置の回路と表示素子を一定時間温めることにより、輝度調整時の各表示装置の条件を同じにし、安定した状態で輝度調整を行うことが可能になる。

【0061】請求項18の発明によれば、表示装置の輝

度を自動的に検出判定し調整するように構成したので、操作を複雑化することなく表示装置の輝度を短時間で正確に簡単に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に係る表示装置及びその輝度調整装置の全体構成を示す概念図である。

【図2】 この発明に係る表示装置を示す回路構成図である。

【図3】 この発明に係る輝度調整装置を示す回路構成図である。

【図4】 上記輝度調整装置の受光部の構造図である。

【図5】 上記輝度調整装置内の不揮発性メモリに基準の蛍光表示管の輝度をセットする動作を示すフローチャートである。

【図6】 この発明に係る自動輝度調整方法の全体動作を示すメインフローチャートである。

【図7】 この発明に係る蛍光表示管の粗調整部分の動作を示すフローチャートであり、図6のサブルーチンである。

【図8】 この発明に係る画素輝度調整部分の動作を示すフローチャートであり、図6のサブルーチンである。

【図9】 この発明に係る蛍光表示管の細やかな調整部分の動作を示すフローチャートであり、図6のサブルーチンである。

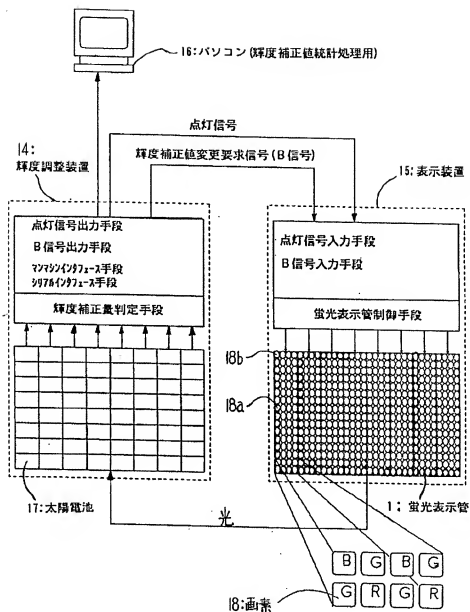
【図10】 従来の蛍光表示管の輝度調整回路図である。

【符号の説明】

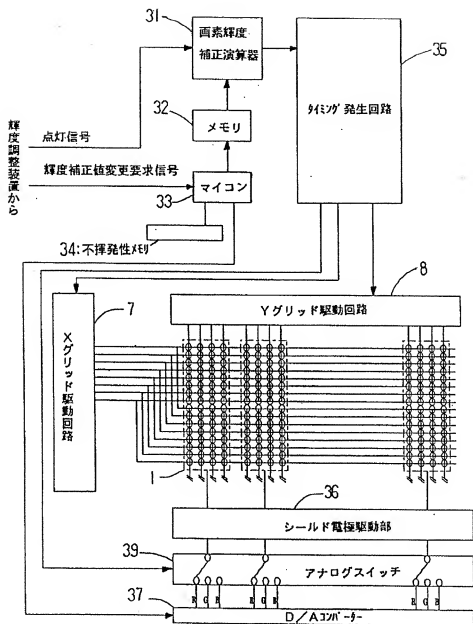
1 蛍光表示管、14 輝度調整装置、15 表示装置、17 太陽電池、18a、18b 画素、19 増幅部、20 フィルター、21、39 アナログスイッチ、22 A/Dコンバータ、23、33 マイコン、24 操作スイッチ、25、34 不揮発性メモリ、26 温度センサー、27 外部シリアルインターフェース、29 LCD表示器、30 サイリスタリレー、31 画素輝度補正演算器、32 メモリ、35 タイミング発生回路、36 シールド電極駆動部、37 D/Aコンバータ、38 遮光板。



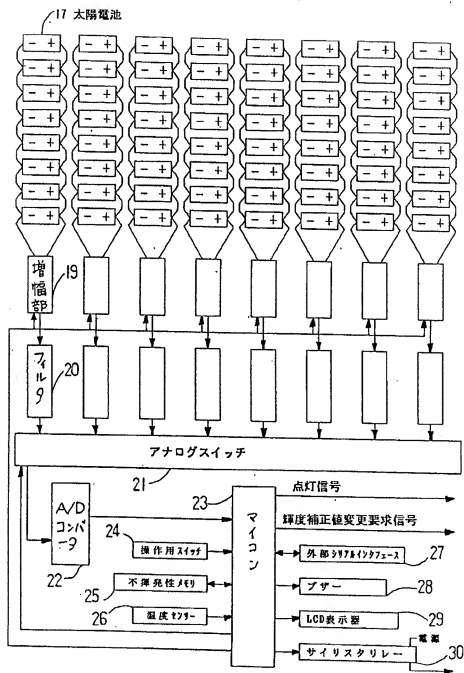
【図1】



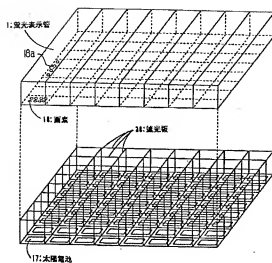
【図2】



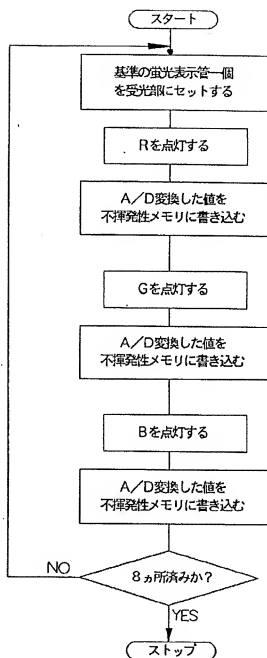
【図3】



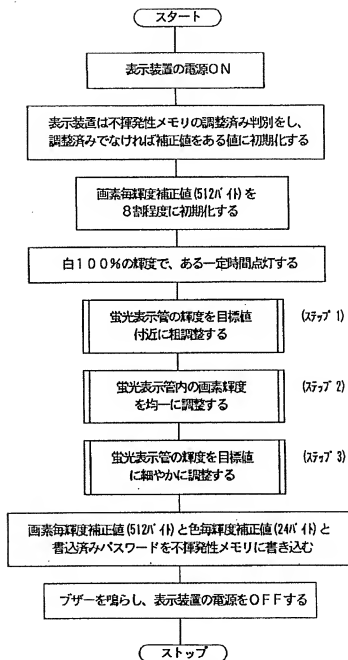
【図4】



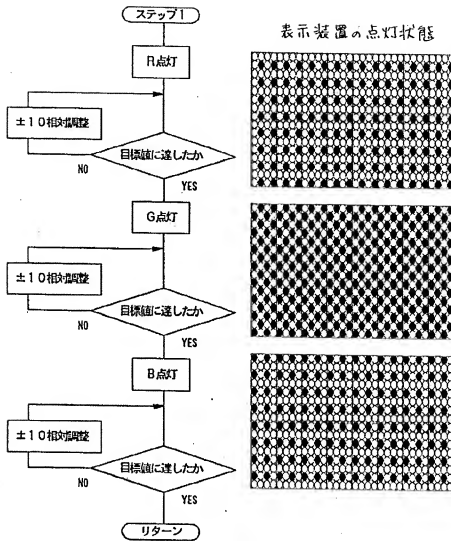
【図5】



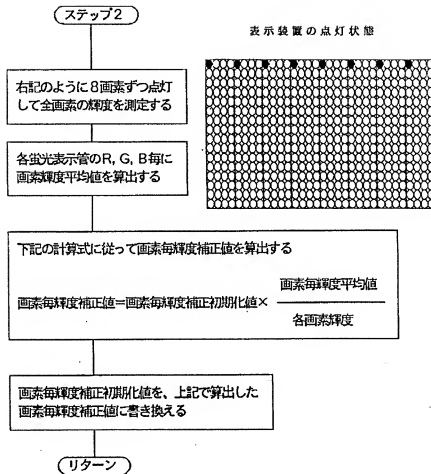
【図6】



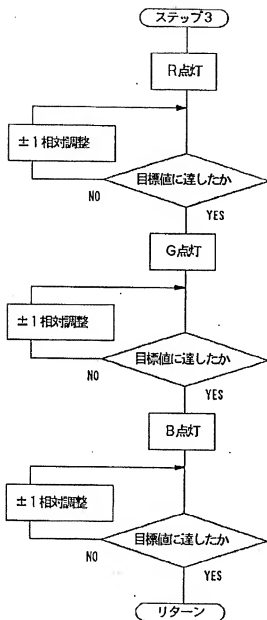
【図7】



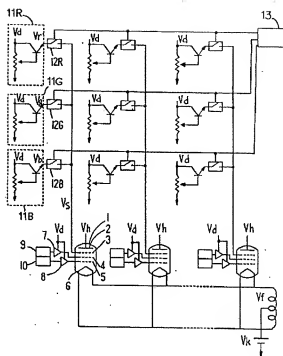
【図8】



【図9】



【図10】





(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Unexamined Japanese Patent Application (A)

(11) Japanese Patent Application Laid-Open Number: Tokkai Hei 9-198007

(43) Laid-Open Date: Heisei 9-7-31 (July 31, 1997)

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	Identification Code	Office Reference Number	FI
G09G 3/30	301	4237-5H	G09G 3/30 301
	3/20	4237-5H	3/20 K
		4237-5H	Y

Technology Display Part

Request for Examination: Not requested

Number of Claims 18 FD (16 pages in total)

(21) Application Number: Hei 8-23339

(22) Filing Date: Heisei 8-1-16 (January 16, 1996)

(71) Applicant 000006013

Mitsubishi Electric Corporation

2-2-3, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor: Kenji Morimoto

c/o Mitsubishi Electric Engineering Company, Limited.

2-6-2, Ohtemachi, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor: Noriyuki Tomimatsu

c/o Mitsubishi Electric Engineering Company, Limited.

2-6-2, Ohtemachi, Chiyoda-ku, Tokyo

(74) Agent: Patent Attorney: Hiroshi Murakami (one another)

(54) [Title of the Invention] DISPLAY DEVICE, LUMINANCE  
ADJUSTING DEVICE, LUMINANCE ADJUSTING METHOD AND  
LUMINANCE ADJUSTING SYSTEM

(57) [Abstract]

[Object]

An object of the present invention is to reduce luminance variations among display elements forming a display device and luminance variations among pixels within each display element, and thereby to obtain a display device driven with uniform luminance, and a luminance adjusting device for automatically adjusting the variations.

[Solving Means]

A luminance adjusting device 14 detects light emitted from display elements 1 mounted on a display device 15, with solar cells 17 each of which is a light-receiving unit, and calculates each-color luminance-correction values and each-pixel luminance-correction values with luminance-correction-amount determination means. On the basis of the result, the luminance adjusting device 14 transmits a luminance-correction-value change-request signal to the display device 15. The display device 15 controls drive of the display element 1 by switching the each-color luminance-correction values in synchronization with a timing of lighting each color in the display element 1, then calculates gradation data corrected for each color on the basis of gradation data of a lighting signal and the relevant each-pixel luminance-correction value, and then outputs the calculated data to the display element 1.

[Scope of Claims]

[Claim 1]

A display device in which a plurality of display elements each provided with a plurality of pixels emitting light in different luminous colors are arranged, characterized by comprising:

non-volatile memory means on which, for each of the display elements, each-color luminance-correction values and each-pixel luminance-correction values are written, the number of each-color luminance-correction values being equal to the number of luminous colors, and the number of each-pixel luminance-correction values being equal to the number of all pixels present in the display elements;

display element driving means which controls drive of the display elements by switching the each-color luminance-correction values in synchronization with a timing of lighting a color in the display elements; and

pixel-luminance-correction operating means which operates corrected gradation data for each pixel on the basis of the relevant each-pixel luminance-correction value and gradation data of a lighting signal inputted from the outside, and which then outputs the obtained data to the display device.

[Claim 2]

The display device according to claim 1, characterized in that the each-color luminance-correction value and the corresponding each-pixel luminance-correction value are automatically initialized respectively to be predetermined values in a case where a correction value is not written in the non-volatile memory means.

[Claim 3]

The display device according to claim 1, characterized in that each each-pixel luminance-correction value is set to be a value equal to a mean value of luminance of all of the pixels for each color in the display elements in a state where the each-pixel luminance-correction value is set to a fixed value.

[Claim 4]

A luminance adjusting device, characterized by comprising:

light-receiving means which detects light emitted from a display device;

photoelectric conversion means which converts the light detected by the light-receiving means into electric data;

luminance-correction-amount calculation means which calculates the each-color luminance-correction values and the each-pixel luminance-correction values by comparing the electric data with standard

luminance values; and

means which transmits the each-color luminance-correction values and the each-pixel luminance-correction values to the display device.

[Claim 5]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized by comprising a solar cell in the light-receiving unit for detecting the light emitted from a display element.

[Claim 6]

The luminance adjusting device according to claim 5, characterized in that a plurality of aforementioned solar cells are provided to each display element.

[Claim 7]

The luminance adjusting device according to claim 5, characterized by comprising light shield plates provided in the circumference of each solar cell, shielding light from portions other than the front thereof.

[Claim 8]

The luminance adjusting device according to claim 7, characterized in that a color of the light shield plate for shielding light is white.

[Claim 9]

The luminance adjusting device according to claim 6, characterized in that the plurality of solar cells provided to each display element are electrically connected to one another in parallel.

[Claim 10]

The luminance adjusting device according to claim 5, characterized by comprising mean which corrects sensitivity of the solar cell according to ambient temperature.

[Claim 11]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized by comprising means which automatically measures luminance of a standard display element set in a light-receiving unit when a target value

for luminance adjustment is written onto a non-volatile memory in the luminance adjusting device, and which then writes the measured luminance to the non-volatile memory.

[Claim 12]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized by comprising means which automatically supplies power to the display device at the beginning of automatic luminance adjustment, and which automatically turns off the power of the display device at the time of terminating the luminance adjustment.

[Claim 13]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized in that a buzzer is sounded according to a content of an adjustment result, such as a normal termination or luminance defect, at the end of the automatic luminance adjustment.

[Claim 14]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized by comprising an external interface for the purpose of allowing external information processing means to collect the luminance correction value, and to perform statistical processing on luminance variations.

[Claim 15]

The luminance adjusting device according to claim 4, characterized by comprising luminance-decreasing-rate setting means capable of setting a certain percentage of a standard value set at a factory before delivery in order to adjust the luminance for each color.

[Claim 16]

A luminance adjusting method, comprising the steps of:  
roughly adjusting luminance for each color of a display element to be closer to a target value;

adjusting luminance for each pixel of the display element to be uniform; and

finely adjusting the luminance for each color of the display element again, to be the target value.

[Claim 17]

A luminance adjusting method, characterized by comprising a preheat step of lighting the display device in 100% white at the beginning of automatic luminance adjustment for a certain period of time.

[Claim 18]

A luminance adjusting system of a display device, characterized by comprising:

means which displays with each of display elements including a plurality of pixels emitting different luminous colors;

luminance-correction-amount calculation means which receives light emitted from the display element, and which then calculates the each-color luminance-correction values and the each-pixel luminance-correction values on the basis of standard luminance values;

storage means which stores the calculated each-color luminance-correction values and each-pixel luminance-correction values;

display element driving means which controls drive of the display element by switching the each-color luminance-correction values in synchronization with a timing of lighting each color in the display element; and

pixel-luminance correction means which operates gradation data corrected for each pixel on the basis of gradation data of a lighting signal and the each-pixel luminance-correction value, and which then outputs the obtained data to the display means.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Pertains]

The present invention relates to display elements which form a screen of a large graphic display device, and a display device which uniformly drives pixels in each display element with luminance variations among the pixels reduced. The present invention also relates to a luminance adjusting device for the display device and a luminance adjusting method therefor.

[0002]

[Prior Art]

Display elements forming a screen of a large graphic display device generally have significant variations in luminance even if the display elements are lit under the same driving conditions. This adversely affects an image quality. For this reason, correction needs to be performed so as to cancel out the luminance variations on a driving side of the display device.

[0003]

As a response to such a demand, there has been proposed, for example, a luminance adjusting circuit as shown in FIG. 10 (Japanese Unexamined Patent Application Laid-open Publication No. Hei 4-247490). In FIG. 10, reference numeral 1 denotes a fluorescent display tube in which red, green and blue fluorescent materials are arranged in a matrix form; reference numeral 2 denotes an anode to which a constant high voltage is applied; reference numeral 3 denotes a shield electrode for controlling an amount of emission electrons; reference numeral 4 denotes an X-grid (a scanning electrode) to which a scanning signal is applied; reference numeral 5 denotes a Y-grid (a data electrode) to which a signal for lighting up/out a fluorescent material is applied; reference numeral 6 denotes a filament which emits electrons; reference numeral 7 denotes a driving circuit for supplying scanning signals to the X-grid 4; reference numeral 8 denotes a

driving circuit for supplying the light up/out signals to the Y-grid; reference numeral 9 denotes an X-grid controller which generates the scanning signals; reference numeral 10 denotes a Y-grid controller which generates the light up/out signals; reference numeral 11R denotes a voltage adjusting circuit for R (red); reference numeral 11G denotes a voltage adjusting circuit for G (green); reference numeral 11B denotes a voltage adjusting circuit for B (blue); reference numeral 12R denotes a switch circuit for the voltage adjusting circuit for R; reference numeral 12G denotes a switch circuit for G; reference numeral 12B denotes a switch circuit for B; Vd denotes a driving voltage; Vh denotes a high voltage applied to the anode 2; Vk denotes a power source for filaments; Vf denotes a voltage for filaments; and Vs denotes a shield-electrode driving voltage applied to the shield electrode 3.

[0004]

Next, an operation of the luminance adjusting device shown in FIG. 10 will be described. The fluorescent display tube 1 emits light when electrons emitted from the filament 6 collides with the anode 2 after being accelerated by the X- and Y-grids 4 and 5. A certain display is carried out by controlling the X- and Y-grids 4 and 5 with the driving circuits 7 and 8 and the controllers 9 and 10. The driving circuits 7 and 8 of the respective X-grid 4 and Y-grid 5 supply the driving voltages Vd to the X-grid and Y-grid by performing switching, in response to control signals. Here, the luminance of the fluorescent display tube 1 depends on a voltage between the filament 6 and the X- and Y-grids 4 and 5, and a voltage between the shield electrode 3 and the anode 2. The luminance of the fluorescent display tube 1 is adjusted by setting the driving voltage Vd and the high voltage Vh constant, and by changing a value of the shield voltage Vs. Here, the driving voltage Vd is supplied to the grid electrodes 4 and 5, the high voltage Vh is applied to the anode 2 and the shield voltage Vs is supplied to the shield electrode 3. In FIG. 10, the voltage adjusting circuits



11R, 11G and 11B for the respective colors of R, G and B are provided. Each voltage adjusting circuit divides the driving voltage  $V_d$  with resistors. When any of the switch circuits 12R, 12G and 12B is ON, the voltage adjusting circuit supplies, as a shield voltage ( $V_r$ ,  $V_g$  or  $V_b$ ) for the corresponding color, one of the divided voltages to the shield electrode 3. ON/OFF states of the switch circuits 12R, 12G and 12B are controlled by the controller 13, and one of the three driving voltages  $V_r$ ,  $V_g$  and  $V_b$  is supplied to the shield electrode 3. The controller 13 switches outputs of the voltage adjusting circuits 11R, 11G and 11B respectively in a time sharing manner. The luminance of the fluorescent display tube 1 differs among the colors even when the driving voltage  $V_s$  is constant. Hence, the luminance can be adjusted by applying, to the shield electrode 3, a voltage value which is switched for the corresponding color, and which is different from the voltage values for the other colors.

[0005]

In addition, as a general device which adjusts luminance of such a display device, proposed is a method for performing measurement by using a camera or the like (Japanese Patent Unexamined Application Laid-open Publication No. Sho 59-180588).

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention]

The luminance adjusting circuit of the conventional display device is configured as described above, and adjustment is carried out so as to cause the mean luminance of the fluorescent display tube for each color to be uniform. However, there is a problem that random unevenness in luminance is left on a screen when luminance variations are present among pixels which form the fluorescent display tube. In contrast, a device for adjusting luminance has a problem that an in-situ operation of luminance adjustment is difficult since positioning of a camera is difficult and the device is large.

[0007]

The present invention has been made in view of solving the above-described problems. An object of the present invention is to reduce both luminance variations among display elements of each color which form a screen and luminance variations among pixels in each display element, and thereby to provide a display device in which less luminance variations occur, a luminance adjusting device for the display device, and a luminance adjusting method therefor.

[0008]

[Means for Solving the Problems]

In a display device 15 according to the invention of claim 1, as shown in FIG. 2, each display element is initially provided with a non-volatile memory 34 on which the same number of each-color luminance-correction values as that of luminous colors, and the same number of each-pixel luminance-correction values as the total number of pixels in each display element are written. In order to allow adjustment of the luminance of each pixel, a pixel luminance correction operator 31 operates gradation data corrected for each pixel on the basis of the above-described each-pixel luminance-correction value and of gradation data for each pixel, which is contained in a relevant lighting signal received from a luminance adjusting device 14, and then outputs the obtained data to the display elements (a fluorescent display tube 1). In addition, in order to allow adjustment of the luminance for each color of the fluorescent display tube 1, a voltage for each color, which is outputted from a D/A converter 37 on the basis of the relevant each-color luminance-correction value, is changed by an analog switch 39 in synchronization with a timing of lighting a color in the display element 1, and then is outputted to a shield-electrode driving unit 36. Thus, the luminance correction of the display elements for each color is made possible.

[0009]

The invention of claim 2 is provided with the following means. Specifically, when a correction value is written in the non-volatile memory 34, a password for determining whether adjustment has been performed is also written therein. When this password is not written in the non-volatile memory 34, each of the each-color luminance-correction value and the each-pixel luminance-correction value is automatically initialized to be a certain value. That is, when power of the display device 15 is turned on, the password for determining whether adjustment has been performed written in the non-volatile memory 34 is checked. When the above-described password is not written, it is determined that the display device is new, and the correction value is initialized to be a certain value. Thereby, time required for the luminance adjustment is reduced.

[0010]

The invention of claim 3 is designed in a way that, in luminance adjustment, an each-pixel luminance-correction value is calculated according to the procedure shown in FIG. 8, and then this each-pixel luminance-correction value is written in the non-volatile memory 34. That is, the each-pixel luminance-correction value is set to be such a value that is equal to a mean luminance value of all the pixels for each color within the display elements, with the each-pixel luminance-correction value being a certain constant value (in a not-corrected state). Thereby, variations among the display elements are not reflected on the each-pixel luminance-correction value. Hence, it is made possible to prevent the number of gradations of each display element, which is formed of pixels for bright colors, from being excessively reduced.

[0011]

The luminance adjusting device according to the invention of claim 4 is provided with light-receiving means which detects light emitted from the display device; photoelectric conversion means which converts light detected by the light-receiving means into electric data;

luminance-correction-amount calculation means which calculates each each-color luminance-correction value and each each-pixel luminance-correction value by comparing the above-described electric data with a relevant standard luminance value; and means which transmits the above-described each-color luminance-correction value and each-pixel luminance-correction value to the display device.

[0012]

The invention of claim 5 is the luminance adjusting device of claim 4 provided with solar cells 17 having a wide surface area in a light-receiving unit, as shown in FIG. 4. Thereby, the light emitted from the display elements is completely absorbed.

[0013]

In the invention of claim 6, the inside of the fluorescent display tube 1 is divided into a plurality of parts, for example, eight parts, and eight solar cells 17 are provided as corresponding to one fluorescent display tube 1 so that output currents from the solar cells would be as equal as one another as possible at the time when pixels 18a in a vicinity of the center portion of the fluorescent display tube 1 and pixels 18b in a vicinity of an end portion of the fluorescent display tube 1 are caused to emit light with the same luminance.

[0014]

The invention of claim 7 is provided with a light shield plate 38 so that light emitted from a certain pixel 18 would not be received by the plurality of solar cells 17.

[0015]

In the invention of claim 8, the light shield plate 38 is painted in white so that the light shield plates 38 reflect light to cause the light emitted from the pixels 18 to be completely absorbed by the solar cells 17.

[0016]

In the invention of claim 9, in order to reduce the number of

amplifier circuits, a plurality (eight) of solar cells corresponding to one fluorescent display tube 1 are connected to one another in parallel, as shown in FIG. 3, and then the sum of current supplied by the plurality of solar cells is converted into a voltage.

[0017]

The invention of claim 10 is provided with a temperature sensor 26 for correcting a readout value of an A/D converter 22 in accordance with ambient temperature since the sensitivity of the solar cells 17 varies depending on a temperature. The readout value is multiplied by a predetermined coefficient for every 0.5°C with 25°C as a basis.

[0018]

The invention of claim 11 is provided with a process of setting a standard display element 1 into the light-receiving unit, then automatically measuring a value of the standard display element 1, and then writing the measured value to the non-volatile memory 25 as shown in FIG. 5, at the time of setting a standard value, which is a target value in each-color adjustment, in the non-volatile memory 25 inside the luminance adjusting device 14.

[0019]

The invention of claim 12 is provided with a thyristor relay 30 for automatically turning ON/OFF the display device 15 with power supplied from the luminance adjusting device 14.

[0020]

The invention of claim 13 is provided with a buzzer 28 for making a continuous sound at the time when the luminance adjustment is normally completed, and for making discontinuous sounds at the time when the luminance adjustment is abnormally completed.

[0021]

In the invention of claim 14, the luminance adjusting device 14 is provided with an external serial interface 27 for various system Ups and for

statistical processing of the luminance correction values at the time when the luminance adjusting device 14 is used in a production line in a factory.

[0022]

The invention of claim 15 is designed so that, when adjusting the display device 15 of which luminance is deteriorated due to secular change and the like, a certain percentage of the standard value set at the factory when shipping the device can be set with an operation switch 24.

[0023]

The luminance adjusting method according to the invention of claim 16 employs a luminance adjusting method as shown by the flow of FIG. 6, in order to shorten time required for the luminance adjustment. Specifically, the method includes a first adjusting step of roughly adjusting the luminance of the display elements shown in FIG. 7; a second adjusting step of causing the pixel luminance in each of the display elements shown in FIG. 8 to be uniform; and a third adjusting step of finally performing fine adjustment of the luminance of the display elements again, as shown in FIG. 9.

[0024]

The luminance adjusting method according to the invention of claim 17 is provided with a process of lighting the display device in 100% white for a certain period of time at the beginning of the automatic adjustment in order to heat the circuit and display elements of the display device.

[0025]

The display device luminance adjusting system according to the invention of claim 18 is, as shown in FIG. 1, provided with means which displays with each of display elements including a plurality of pixels emitting different luminous colors; a luminance-correction-amount calculation means which receives light emitted from the display elements, and which then calculates an each-color luminance-correction value and an each-pixel luminance-correction value on the basis of a standard luminance

value; display-element driving means which controls drive of the display elements by switching the each-color luminance-correction values in synchronization with the timing of lighting each color in the display elements; and pixel-luminance correction means which operates gradation data of the lighting signal and gradation data corrected for each pixel on the basis of the relevant each-pixel luminance-correction value, and which then outputs the obtained data to the above-described display device.

[0026]

[Embodiments of the Invention]

First Embodiment

FIG. 1 is a schematic view of a configuration of an entire display device 15 and a luminance adjusting device 14 therefor according to the present invention. Firstly, the entire configuration will be described by using FIG. 1. The display device 15 is provided with lighting-signal input means which inputs lighting signals obtained from the luminance adjusting device 14; luminance-correction-value change-request input means which inputs luminance-correction-value change-request signals obtained from the luminance adjusting device 14; fluorescent-display-tube control means which drives each fluorescent display tube 1 according to a corresponding one of the lighting signals inputted from the luminance adjusting device 14, an each-color luminance-correction value (24 bytes) and each-pixel (dot) luminance-correction value (512 bytes) present in the display device 15; and eight fluorescent display tubes 1 formed with pixels 18 which are 16 pixels of R (red), 32 pixels of G (green), and 16 pixels of B (blue), which emit light to the luminance adjusting device 14.

[0027]

In contrast, the luminance adjusting device 14 is provided with lighting-signal output means which lights the display device 15; luminance-correction-value change-request output means which changes a luminance correction value in the display device 15; 64 pieces of solar cells

which receive light from the display device 15, and each of which faces eight pixels; luminance-correction-amount determination means which determines a luminance correction amount from the detected luminance; man machine interface means, such as a device operating switch, an LCD display for displaying an adjustment result or a buzzer; and serial interface means which performs various systemUps and statistical processing of the luminance correction values at the time when the device is used in a production line in a factory.

[0028]

Next, the configuration of the display device 15 will be described by using FIG. 2. The display device 15 is provided with a microcomputer 33 for receiving the luminance-correction-value change request from the luminance adjusting device 14; a non-volatile memory 34 for storing the each-color luminance-correction value (24 bytes) and the each-pixel luminance-correction value (512 bytes); a memory 32 for temporarily storing the each-pixel luminance-correction value outputted from the non-volatile memory 34 via the microcomputer 33; a pixel-luminance correction operator 31 for operating each each-pixel luminance-correction value, which is present in the memory 32, and gradation data of the lighting signal received from the luminance adjusting device 14 ( $\text{gradation data} \times \text{each-pixel luminance-correction value} / \text{maximum value of each-pixel luminance-correction value}$ ), and then for outputting the obtained data; a timing generation circuit 35 for performing gradation control in response to the lighting signals, which are outputted from the pixel-luminance correction operator 31, and which indicate that luminance has been corrected for each pixel; an X-grid driving circuit 7 and Y-grid driving circuit 8 for driving eight fluorescent display tubes 1; a D/A converter 37 for converting the each-color luminance-correction value outputted from the microcomputer 33 into a voltage of a DC level; an analog switch 39 for switching the voltages for R, G and B, which are outputted from the D/A



converter 37, in synchronization with lighting timing signals of R, G and B obtained from the timing generation circuits 35; and a shield-electrode driving unit 36 for amplifying the output from the analog switch 39, and then applying the amplified voltage to the shield electrode 3.

[0029]

Next, an operation of the above-described display device 15 will be described. At the time of turning on the power of the display device 15, the microcomputer 33 reads, from the non-volatile memory 34, the each-color luminance-correction value (24 bytes), the each-pixel luminance-correction value (512 bytes) and a password indicating already-done adjustment (which will be described later), and then sets the read values in a RAM in the microcomputer 33. After that, at a constant frequency, the microcomputer 33 repeatedly writes, in the D/A converter 37, the each-color luminance-correction value (24 bytes) present in the RAM in the microcomputer 33, and similarly writes, in the memory 32, the each-pixel luminance-correction value (512 byte) also present in the RAM in the microcomputer 33.

[0030]

The D/A converter 37 outputs, to the analog switch 39, a voltage obtained by converting the each-color luminance-correction value (24 bytes) written from the microcomputer 33 into those of a DC level for a total of 24 channels, three of which are for R, G and B per one fluorescent display tube 1. Then, the analog switch 39 selects any one of the DC level voltages for R, G and B, which are inputted from the D/A converter 37, and then outputs the selected voltage to the shield-electrode driving unit 36, in synchronization with the lighting timing signals for R, G and B obtained from the timing generation circuit 35. The shield-electrode driving unit 36 amplifies a stepped voltage, of which peak value changes in synchronization with the lighting timings for R, G and B inputted from the analog switch 39, and then applies the amplified voltage to the shield electrode 3 of the

fluorescent display tube 1 (see FIG. 10). Accordingly, the luminance adjustment for each color in each fluorescent display tube 1 is performed.

[0031]

In contrast, the pixel-luminance correction operator 31 reads, byte by byte, the each-pixel luminance-correction value (512 bytes) set in the memory 32 by the microcomputer 33, in synchronization with the input timing of each-pixel gradation data of 10 bits per one pixel, of the lighting signal received from outside the display device 15. Here, the number of the each-pixel luminance-correction value is the same as that of all of the pixels in the display device 15. Thereafter, the pixel-luminance correction operator 31 operates the read value (gradation data  $\times$  each-pixel luminance-correction value / 256), and then outputs the obtained value to the timing generation circuit 35. According to the gradation data which is corrected for each pixel, and which is received from the pixel-luminance correction operator 31, the timing generation circuit 35 controls the X-grid driving circuit 7 and the Y-grid driving circuit 8. Furthermore, the X-grid driving circuit 7 and the Y-grid driving circuit 8 drive the X-grid 4 and Y-grid 5, and thereby the fluorescent display tubes 1 are lit with reduced unevenness in luminance for each pixel of each fluorescent display tube 1.

[0032]

At the time of turning on the power of the display device 15, the microcomputer 33 reads the password indicating already-done adjustment, from the non-volatile memory 34 together with the luminance correction value. When the password indicating already-done adjustment does not match with the predetermined password indicating already-done adjustment, it is determined that the display device is new, and each of the each-color luminance-correction value (24 bytes) and the each-pixel luminance-correction value (512 bytes) is initialized to be a value at which luminance closer to a target value is obtained.

[0033]

With the procedure to be described later, the microcomputer 33 rewrites the each-color luminance-correction value (24 bytes) or the each-pixel luminance-correction value (512 bytes), which is present in the RAM in the microcomputer 33, to a value determined by the luminance adjusting device 14. At this time, the each-pixel luminance-correction value is set at a value equal to the mean luminance value of all of the pixels for each color, which are present in the display device. That is, variations among the display elements are not reflected on the each-pixel luminance-correction value. This is done to prevent the gradation data from otherwise being reduced in half as a result of the following consequence. Specifically, suppose that the luminance of the display element, which is twice as bright as that of a normal element, is corrected by the each-pixel luminance-correction value, in a case where the variations among the display elements are reflected on the each-pixel luminance-correction value. In this event, the operation is done with "the gradation data  $\times 128 / 256$ ," which results in obtained gradation data being reduced in half. Moreover, upon reception of the luminance-correction-value writing-request signals from the luminance adjusting device 14, the microcomputer 33 writes the each-color luminance-correction value (24 bytes), the each pixel correction value (512 bytes) and the password indicating already-done adjustment in the non-volatile memory 34.

#### [0034] Second Embodiment

Next, the configuration of the luminance adjusting device according to the present invention will be described by using FIG. 3. The luminance adjusting device 14 is provided with solar cells 17, an amplifier 19, filters 20, an analog switch 21, A/D converter 22 and a microcomputer 23. The solar cells 17 receive light emitted from the display device 15, and convert the light into currents. Here, eight of the solar cells 17 are connected to one another in parallel. The amplifier 19 converts the sum of the currents

supplied by these eight solar cells into a voltage. Each filter 20 converts the converted voltage in a pulse form, into that of a DC level. The analog switch 21 selects an output of the filter 20. The A/D converter 22 converts the outputted voltage into data of 12 bytes. The microcomputer 23 captures the converted data, and then determines the amount of change in the luminance correction value. Moreover, the microcomputer 23 outputs, to the display device 15, lighting signals and a request for changing the luminance correction value present in the display device 15. Furthermore, the microcomputer 23 is provided with a temperature sensor 26 for correcting the sensitivity of the solar cells 17 according to room temperature; an operation switch 24; an LCD display 29 for displaying a correction result; a non-volatile memory 25 for storing a value to be a target in adjusting the luminance of the fluorescent display tube 1; a thyristor relay 30 for turning ON/OFF the power of the display device 15; a buzzer 28; and an external serial interface 27 for connecting the microcomputer 23 to a personal computer and the like.

[0035]

Next, the configuration of a light-receiving unit of the luminance adjusting device 14 will be described by using FIG. 4. The light-receiving unit of the luminance adjusting device 14 is provided with a total of 64 solar cells 17, each of which faces eight pixels 18. The inside of the fluorescent display tube 1 is divided into eight parts, and each fluorescent display tube 1 corresponds to eight solar cells 17 so that output currents from the solar cells 17 would be as equal to one another as possible at the time when pixels 18a in a vicinity of the center portion of the fluorescent display tube 1 are caused to emit light with the same luminance. In addition, each of the solar cells 17 is surrounded by light-shield plates 38 so that each solar cell 17 does not receive light, except from the corresponding eight pixels facing the solar cell 17 with the fluorescent display tube 1 being set in the light-receiving unit. The light-shield plates 38 are painted in white so that

the light shield plates 38 reflect light to cause the light emitted from the pixels 18 to be completely absorbed by the solar cells 17.

[0036]

Next, an operation of the luminance adjusting device 14 will be briefly described. Firstly, the luminance adjusting device 14 outputs lighting signals to the display device 15. Next, the luminance adjusting device 14 detects light emitted from the display device 15, with the solar cells 17, eight of which are electrically connected per one fluorescent display tube 1, and each of which is surrounded by the white light-shield plates 38. Here, the light-shield plates 38 completely absorb, for each solar cell 17, the light emitted only from eight pixels structurally facing the corresponding solar cell 17. Next, these eight solar cells 17 convert the detected light into currents, and then the amplifier 19 converts the sum of the currents into a voltage. At this time, the microcomputer 23 decreases an amplification factor of the amplifier 19 when all of the pixels of a certain color in each fluorescent display tube 1 are lit, and increases the amplification factor of the amplifier 19 when only one pixel is lit. Thereby, accuracy in the conversion is improved. Next, each filter 20 converts the voltage in a pulse form, which is outputted from the amplifier 19, into that of a DC level, and then outputs the converted voltage to the analog switch 21. According to the request from the microcomputer 23, the analog switch 21 selects one of eight circuits for outputting the voltages from the filters 20, and then outputs the voltage, which is obtained from the selected circuit, to the A/D converter 22. Thereafter, the A/D converter 22 converts the DC level voltage into data of 12 bits, which is then captured by the microcomputer 23.

[0037]

The microcomputer 23 multiplies a coefficient (a coefficient preset for every 0.5°C with 25°C as a basis) by the 12-bit data captured from the A/D converter 22. Here, the coefficient is captured by the temperature

sensor 26, and is at a value in accordance with room temperature. The obtained value is used for determining the luminance correction amount. In addition, the microcomputer 23 uses, for a luminance-correction amount determination, a value obtained by multiplying a target value in adjusting luminance for each color in the fluorescent display tubes 1, by a luminance reduction rate previously set by the operation switch 24. Here, the target value is fetched from the non-volatile memory 25. Furthermore, the microcomputer 23 collects all of the luminance correction values from the display device 15 in response to a collection request for all of the luminance correction values which request is obtained from the external serial interface 27. Here, the personal computer 16 and the like are connected to the external serial interface 27. Then, the external serial interface 27 transmits all of the luminance correction values to the personal computer 16 via the external serial interface 27.

[0038]

Next, by referring to FIG. 5, descriptions will be provided for an operation of setting the luminance of a standard fluorescent display tube 1 in the non-volatile memory 25 provided in the luminance adjusting device 14. One fluorescent display tube 1, of which luminance and a color temperature are adjusted respectively to be at standard values, is set in the light-receiving unit. Then, the luminance adjusting device 14 causes the fluorescent display tube 1 to light R (red), then captures the luminance for A/D conversion, and then writes the converted luminance in the non-volatile memory 25. Next, similar operation is performed for G (green) and B (blue). The operation described above is similarly performed in the light-receiving units provided in eight portions. Accordingly, 24 pieces of 12-bit data are set in the non-volatile memory 25.

[0039]

Next, an entire operation of automatic luminance adjustment will be described by using FIG. 6. The luminance adjusting device 14 initially

turns ON the power of the display device 15. At the time of turning on the display device 15, the display device 15 reads, from the non-volatile memory 34, the each-color luminance-correction value (24 bytes), the each-pixel luminance-correction value (512 bytes) and a password for determining whether adjustment has been done. When the password does not match with a predetermined value (when the display device is new), the correction value is initialized to be a predetermined value. Subsequently, in order to reduce the time required for adjustment, the luminance of the fluorescent display tube 1 is roughly adjusted so that the luminance is close to the target value. Specifically, the luminance is adjusted in a process of step 1 where the each-color luminance-correction value (8 bits) present in the display device 15 is changed by steps of  $\pm 10$ . In this period, the each-pixel luminance-correction value (8 bits) is set as a certain temporary value that is about 80% thereof. Thereafter, with a process of step 2, the each-pixel luminance-correction value (8 bits) present in the display device 15 is adjusted by changing the value in a way that the luminance of the pixels 18 for each color in the fluorescent display tube 1 would be a mean value of the luminance of the pixels for each color in the same fluorescent display tube 1. In this process, since the each-pixel luminance-correction value is made proportional to the pixel luminance thereof, and therefore, the each-pixel luminance-correction value can be calculated by calculation. Specifically, a measurement of the pixel luminance is only needed once, and the time required for the adjustment can also be reduced in this process. Next, with a process of step 3, the each-color luminance-correction value (8 bits) present in the display device 15 is finely adjusted by being changed by steps of  $\pm 1$  at this time so that the luminance of the fluorescent display tube 1 would be the target value again. After that, the password for determining whether adjustment has been done, the each-color luminance-correction value (24 bytes) and the each-pixel luminance-correction value (512 bytes) are written in the non-volatile memory 34. Lastly, the luminance

adjusting device 14 sounds the buzzer 28, and then turns OFF the power of the display device 15 by use of the thyrister relay 30.

[0040]

Next, by using FIG. 7, an operation of step 1 of FIG. 6 (a rough adjustment for the inside of the fluorescent display tube 1) will be described. The luminance adjusting device 14 outputs a lighting signal to cause the display device 15 to light R (red). After that, the luminance is measured, and then is compared with the target value of R (red) preset in the non-volatile memory 25 in the luminance adjusting device 14. On the basis of the result, a relative-change request signal which adds +10 steps to the each-color luminance-correction value present in the display device 15, or which subtracts -10 steps therefrom, is transmitted to the display device 15. Thereby, the voltage of the shield electrode 3 in the display device 15 changes, and the luminance is roughly adjusted. The operation described above is repeated until the measured luminance reaches the target value. The operation similar to that for R (red) is repeated for G (green) and B (blue).

[0041]

Next, an operation of step 2 of FIG. 5 (an adjustment of the pixels 18) will be described by using FIG. 8. The luminance adjusting device 14 outputs, to the display device 15, a lighting signal for lighting only one pixel of each fluorescent display tube 1 as in the lighting state of FIG. 8. After that, the luminance of the only one pixel in each fluorescent display tube 1 is measured. The above operation is repeated 64 times to measure the pixel luminance of all of the 512 pixels. Next, a mean value of the each-pixel luminance for each color in each fluorescent display tube 1 is calculated. Then, a value obtained by dividing the calculated mean value of the pixel luminance by each pixel luminance is multiplied by the initial each-pixel luminance-correction value set at the beginning of the processes shown in FIG. 6. The thus obtained value is used as a corrected each-pixel



luminance-correction value. After that, the corrected each-pixel luminance-correction value of 512 bytes is transmitted from the luminance adjusting device 14 to the display device 15, and thereby the initial each-pixel luminance-correction value preset in the display device 15 is rewritten.

[0042]

Next, an operation of step 3 of FIG. 6 (a fine adjustment for a fluorescent display tube 1) will be described by using FIG. 9. The luminance adjusting device 14 outputs a lighting signal to cause the display device 15 to light R (red). After that, the luminance is measured, and then is compared with the target value of R (red). On the basis of the result, a relative-change request signal which adds +1 step to the each-color luminance-correction value in the display device 15, or which subtracts -1 step therefrom, is transmitted to the display device 15. Thereby, the voltage of the shield electrode 3 in the display device 15 changes and the luminance is adjusted. The operation described above is repeated until the measured luminance reaches the target value. It is to be noted that the operation similar to that for R (red) is repeated for G (green) and B (blue). Specifically, in the operation of step 3, a relative-change amount of the each-color luminance-correction value present in the display device 15 at step 1 is changed by a step of +1 or of -1. At this stage, the final, fine adjustment is performed.

[0043] Other Embodiments

In the above-described embodiments, the description has been given of the case where the present invention is used for the luminance adjustment of the fluorescent display tube. However, it is needless to mention that the present invention can be used for a display device in which a number of other light-emitting elements are arranged.

[0044]

[Effects of the Invention]

According to the invention of claim 1, on the basis of gradation data for each pixel included in an externally-inputted lighting signal and of each-pixel luminance-correction values written in non-volatile memory means, gradation data for each pixel is calculated to obtain corrected gradation data, and then is outputted to a display device. Thereby, the luminance correction for each pixel is made possible. In addition, the each-color luminance-correction values written in the non-volatile memory means are switched in synchronization with a timing of lighting a color in display elements, and thereby the drive of the display elements is controlled. Thereby, the luminance correction for each color of the display elements is made possible.

[0045]

According to the invention of claim 2, if a correction value is not written in the non-volatile memory means (when a the display device is new), each of the each-color luminance-correction value and the each-pixel luminance-correction value is automatically initialized to be a value with which luminance closer to the target value is obtained. Thereby, the time required for the luminance adjustment can be reduced.

[0046]

According to the invention of claim 3, the each-pixel luminance-correction value is used to correct only variations of pixels present in the display device, and the luminance variations among the display elements is not corrected with the each-pixel luminance-correction value. Thereby, the number of gradation is less reduced.

[0047]

According to the invention of claim 4, light emitted from the display elements mounted on the display device is detected with a light-receiving unit, and then is used to calculate an each-color luminance-correction value and an each-pixel luminance-correction value. On the basis of these calculated values, a luminance-correction-value change request is

transmitted to the display device. Thereby, variations in luminance of the display elements can be prevented.

[0048]

According to the invention of claim 5, by a solar cell having a large surface area as a light-receiving element, the light emitted from the display elements can be completely absorbed.

[0049]

According to the invention of claim 6, by causing a plurality of the solar cells to correspond to one display element, output currents outputted from the solar cells can be substantially equal to one another at the time when the pixel in a vicinity of the center of the display element and the pixel in a vicinity of an end of the display element are caused to be lit with the same luminance.

[0050]

According to the invention of claim 7, by providing light shield plates in the circumference of the solar cell, it is possible to cause light emitted from a certain pixel not to be received by the plurality of solar cells.

[0051]

According to the invention of claim 8, by painting the light shield plates in white so as to reflect light, the light emitted from the pixels can be completely absorbed by the solar cells.

[0052]

According to the invention of claim 9, it is possible to reduce the number of circuits with which the outputs from the solar cells are amplified. For example, as shown in FIG. 3, eight solar cells corresponding to one display element are connected to one another in parallel, and then the sum of the currents flowed from the eight solar cells is converted into a voltage. Thereby, the number of the amplifier circuits can be reduced to 1/8.

[0053]

According to the invention of claim 10, correcting a variation in

sensitivity of each solar cell, which variation stems from a temperature, makes it possible to obtain a luminance adjusting device which is not influenced by the ambient temperature. Specifically, for example, a temperature sensor 26 for correcting a readout value of an A/D converter 22 in accordance with the ambient temperature is provided, and then the readout value is multiplied by a preset coefficient for every 0.5°C with 25°C as a basis. Thus, it is possible to cancel the variation, due to a temperature, in sensitivity of the solar cells 17.

[0054]

According to the invention of claim 11, it is made possible to easily and precisely perform the operation of writing a value, which is a target value in adjusting the luminance, in the non-volatile memory provided in the luminance adjusting device.

[0055]

According to the invention of claim 12, by providing, for example, the thyristor relay or the like for automatically turning ON/OFF the display device by supplying the power from the luminance adjusting device, a trouble of manually turning ON/OFF the power of the display device can be eliminated.

[0056]

According to the invention of claim 13, by providing, for example, a buzzer for making a continuous sound when the luminance adjustment has been normally completed and for making discontinuous sounds when the luminance adjustment has been abnormally completed, it is made possible to eliminate trouble of viewing the LCD display or the like which displays the adjustment result.

[0057]

According to the invention of claim 14, by providing the external serial interface, the each-color luminance-correction values and each-pixel luminance-correction values, which are present in the display device, can be

collected by a personal computer or the like, and thereby statistical processing or production management can be performed. Thus, it is made possible to perform various systemUps, such as statistical processing, production management and the like, on a luminance correction value used when the device is used in a production line in a factory.

[0058]

According to the invention of claim 15, the operation switch makes it possible to set a certain percentage of the standard value set at the factory when shipping the device. Thus, a value to be a target at the time of the luminance adjustment can be easily changed, and the display device, of which luminance is deteriorated due to a secular change and the like, can be easily adjusted

[0059]

According to a luminance adjusting method in the invention of claim 16, by performing a first adjustment step of roughly adjusting the luminance of the display elements, a second adjustment step of causing the pixel luminance in each of the display elements to be uniform, and a third adjustment step of finally performing a fine adjustment of the display elements again, luminance variations for each color among the display elements forming a screen and luminance variations among pixels in each of the display elements can be quickly and precisely adjusted within a short period of time. In addition, after the luminance variations among the pixels in each display element is adjusted to be uniform, the luminance variations for each color among the display elements are adjusted, and a color temperature is adjusted to be a target value. Accordingly, it is made possible to display an image without unevenness in luminance.

[0060]

According to the luminance adjusting method in the invention of claim 17, a pre-heat step of lighting the display device in 100% white is provided at the beginning of the automatic adjustment in order to heat the

display elements and the circuit of the display device for a certain period of time. Thus, the conditions of display devices at the time of the luminance adjustment can be made uniform, and thereby it is possible to perform the luminance adjustment in a stable state.

[0061]

The invention of claim 18 is configured to automatically detect, determine and adjust the luminance of each display device. Thus, the luminance of the display device can be precisely and easily adjusted within a short period of time without complicating the operations.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] FIG. 1 is a schematic diagram showing an entire configuration of each of a display device and a luminance adjusting device therefor according to the present invention.

[FIG. 2] FIG. 2 is a circuitry diagram showing a configuration of the display device according to the present invention.

[FIG. 3] FIG. 3 is a circuitry diagram showing a configuration of the luminance adjusting device according to the present invention.

[FIG. 4] FIG. 4 is a configuration diagram of a light-receiving unit of the luminance adjusting device.

[FIG. 5] FIG. 5 is a flowchart showing an operation of setting luminance of a standard fluorescent display tube in a non-volatile memory inside the luminance adjusting device.

[FIG. 6] FIG. 6 is a main flowchart showing an entire operation of an automatic luminance adjusting method according to the present invention.

[FIG. 7] FIG. 7 is a flowchart showing an operation of a part of rough adjustment for a fluorescent display tube according to the present invention, and is a sub-routine of the operation of FIG. 6.

[FIG. 8] FIG. 8 is a flowchart showing an operation of a part of pixel-luminance adjustment according to the present invention, and is a sub-routine of the operation of FIG. 6.

[FIG. 9] FIG. 9 is a flowchart showing an operation of a part of fine adjustment of the fluorescent display tube according to the present invention, and is a sub-routine of the operation of FIG. 6.

[FIG. 10] FIG. 10 is a diagram of a luminance adjusting circuit of a conventional fluorescent display tube.

[Description of Reference Numerals]

- 1        Fluorescent display tube
- 14      Luminance adjusting device
- 15      Display device
- 17      Solar cell
- 18a, 18b    Pixel
- 19      Amplifier
- 20      Filter
- 21, 39   Analog switch
- 22      A/D converter
- 23, 33   Microcomputer
- 24      Operation switch
- 25, 34   Non-volatile memory
- 26      Temperature sensor
- 27      External serial interface
- 29      LDC display
- 30      Thyristor relay
- 31      Pixel luminance correction operator
- 32      Memory
- 35      Timing generation circuit
- 36      Shield electrode driving unit
- 37      D/A converter
- 38      Light shield plate

<Translation of the Drawings>

FIG. 1

1 FLUORESCENT DISPLAY TUBE

14 LUMINANCE ADJUSTING DEVICE

LIGHTING SIGNAL OUTPUT MEANS

B SIGNAL OUTPUT MEANS

MAN MACHINE INTERFACE MEANS

SERIAL INTERFACE MEANS

LUMINANCE-CORRECTION-AMOUNT DETERMINATION MEANS

15 DISPLAY DEVICE

LIGHTING SIGNAL INPUT MEANS

B SIGNAL INPUT MEANS

FLUORESCENT-DISPLAY-TUBE CONTROL MEANS

LIGHTING SIGNALS

LUMINANCE-CORRECTION-VALUE CHANGE-REQUEST  
SIGNALS (B SIGNALS)

16 PERSONAL COMPUTER (FOR STATISTICAL PROCESSING  
OF LUMINANCE CORRECTION VALUE)

17 SOLAR CELL

LIGHT

18 PIXEL

FIG. 2

7 X-GRID DRIVING CIRCUIT

8 Y-GRID DRIVING CIRCUIT

FROM LUMINANCE ADJUSTING DEVICE

LIGHTING SIGNALS



LUMINANCE-CONTROL-VALUE CHANGE-REQUEST SIGNALS

- 31 PIXEL-LUMINANCE CORRECTION OPERATOR
- 32 MEMORY
- 33 MICROCOMPUTER
- 34 NON-VOLATILE MEMORY
- 35 TIMING GENERATION CIRCUIT
- 36 SHIELD ELECTRODE DRIVING UNIT
- 37 D/A CONVERTER
- 39 ANALOG SWITCH

FIG. 3

- 17 SOLAR CELL
  - 19 AMPLIFIER
  - 20 FILTER
  - 21 ANALOG SWITCH
  - 22 A/D CONVERTER
  - 23 MICROCOMPUTER
  - 24 OPERATION SWITCH
  - 25 NON-VOLATILE MEMORY
  - 26 TEMPERATURE SENSOR
  - 27 EXTERNAL SERIAL INTERFACE
  - 28 BUZZER
  - 29 LCD DISPLAY
  - 30 THYRISTER RELAY
- POWER

FIG. 4

- 1 FLUORESCENT DISPLAY TUBE

17 SOLAR CELL  
18 PIXEL  
36 LIGHT SHIELD PLATE

FIG. 5 (FIGS. 7 and 8)

START  
SET ONE STANDARD FLUORESCENT DISPLAY TUBE IN  
LIGHT-RECEIVING UNIT  
LIGHT R  
WRITE A/D-CONVERTED VALUE IN NON-VOLATILE  
MEMORY  
LIGHT G  
LIGHT B  
IS WRITING DONE IN 8 PORTIONS?  
STOP

FIG. 6

START  
TURN ON POWER OF DISPLAY DEVICE  
DISPLAY DEVICE DETERMINES WHETHER  
ADJUSTMENT IN NON-VOLATILE MEMORY HAS BEEN DONE,  
AND INITIALIZES VALUE TO BE CERTAIN VALUE IF  
ADJUSTMENT HAS NOT BEEN DONE  
INITIALIZE EACH-PIXEL LUMINANCE-CORRECTION  
VALUE (512 BYTES) TO BE ABOUT 80%  
LIGHT IN 100% WHITE FOR CERTAIN PERIOD OF TIME  
(STEP 1) ROUGHLY ADJUST LUMINANCE OF  
FLUORESCENT DISPLAY TUBE TO BE CLOSER TO TARGET

VALUE

(STEP 2) CONTROL PIXEL LUMINANCE IN  
FLUORESCENT DISPLAY TUBE TO BE UNIFORM

(STEP 3) FINELY ADJUST LUMINANCE OF  
FLUORESCENT DISPLAY TUBE TO BE AT TARGET VALUE

WRITE EACH-PIXEL LUMINANCE-CORRECTION VALUE  
(512 BYTES), EACH-COLOR LUMINANCE-CORRECTION VALUE  
(24 BYTES), ALREADY-WRITTEN PASSWORD IN NON-VOLATILE  
MEMORY

SOUND BUZZER, AND TURN OFF POWER OF DISPLAY DEVICE

STOP

FIG. 7

±10 RELATIVE CORRECTION

HAS VALUE REACHED TARGET VALUE?

RETURN

LIGHTING STATE OF DISPLAY DEVICE

FIG. 8

MEASURE LUMINANCE OF ALL PIXELS BY LIGHTING  
EIGHT PIXELS AT A TIME AS DESCRIBED IN RIGHT FIGURE

CALCULATE MEAN VALUE OF PIXEL LUMINANCE FOR  
EACH OF R, G AND B OF EACH FLUORESCENT DISPLAY TUBE

CALCULATE EACH PIXEL'S LUMINANCE CORRECTION  
VALUE ACCORDING TO THE FOLLOWING FORMULA

EACH-PIXEL LUMINANCE-CORRECTION VALUE =  
INITIAL EACH-PIXEL LUMINANCE-CORRECTION VALUE ×  
EACH-PIXEL LUMINANCE MEAN VALUE / EACH PIXEL

LUMINANCE

REWRITE	INITIAL	EACH-PIXEL
LUMINANCE-CORRECTION	VALUE	TO CORRECTED
EACH-PIXEL LUMINANCE-CORRECTION	VALUE	CALCULATED
AS ABOVE		

FIG. 9

$\pm 1$  RELATIVE CORRECTION